

**TUGAS AKHIR**

**Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Roda Gigi  
Reducer Sebelum dan Sesudah Dicarburizing**



Tugas Akhir ini Disusun Guna Memperoleh Gelar Sarjana  
Strata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun:

**WAWAN ENDRO PRASETYO**  
**NIM : D 200 05 0133**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2012**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul "**Sifat fisis dan mekanis roda gigi reducer sebelum dan sesudah dicarburizing**" telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : Wawan Endro Prasetyo

NIM : D200050133

Disetujui Pada :

Hari :


Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

  
( Ir. Bibit Sugito, MT )

Dosen Pembimbing II

  
( M. Alfatih Hendarawan, ST, MT )

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul "**Sifat fisis dan mekanis roda gigi reducer sebelum dan sesudah dicarburizing**" telah disahkan oleh dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Wawan Endro Prasetyo

NIM : D200050133

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji :

1. Ir. Bibit Sugito, MT



2. M. Alfatih Hendrawan, ST, MT



3. Wijianto, ST, MEngSc



Dekan

Ir. Agus Riyanto, MT

Ketua Jurusan



Ir. Sartono Putro, MT

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir yang berjudul "***Sifat fisis dan mekanis roda gigi reducer sebelum dan sesudah dicarburizing***" yang dibuat sebagai syarat untuk memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sepanjang pengetahuan saya bukan merupakan tiruan atau plagiat dari tugas akhir yang sudah di publikasikan atau pernah dipakai untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi lainya kecuali pada bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Maret 2012



**WAWAN ENDRO PRASETYO**  
**D200050133**

## **MOTTO**

Lailahaillallah Muhammadurrasulullah

(Tiada tuhan selain Allah dan Muhammad adalah utusan Allah)

Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlah untuk tenang dan sabar.

(Khalifah Umar bin Khattab)

Akal dan belajar itu seperti raga dan jiwa, tanpa raga jiwa adalah udara hampa, dan tanpa jiwa raga adalah kerangka tanpa makna.

(Khalil Gibran)

Aku bagaikan sebutir pasir yang lemah lagi kerdil, teguhkan keimanan jiwa ku agar tidak terperosok dari-mu.

(Anton Way)

Jangan pernah melunak pada kehidupan ini karena kehidupan ini akan keras kepada anda, mengeraslah pada kehidupan ini maka kehidupan ini akan lunak kepada anda

(Andry Wongso)

Teruslah melangkah walau tertatih, tetaplah menyala walaupun meredup jangan pernah menyerah untuk mengerti dan memahami akan arti hidup ini.

(Penulis)

## **PERSEMBAHAN**

Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada:

- Allah SWT yang telah memberikan yang terbaik bagi umatnya.
- Ibu aku tercinta yang telah mencurahkan kasih sayang, dukungan, do'a dan motivasinya selama ini.
- Adik ku tersayang, seluruh keluarga besar ku yang berada di Jawa dan Sumatra terima kasih atas dukungan, do'a dan motivasi yang telah diberikan untuk ku.
- Teman-teman seperjuangan, Agung, Ahmmad Rifa'i, Wahyu, Anwar, M. Nur, Gege, Suhar, Agus Atet, Khun, Anton, terima kasih banyak atas dukungan dan bantuanya selama ini.
- Teman-teman HMI, Eko<sup>2</sup>, Arif, Agus, Defi, Ari, wakhid yang selalu menanyakan kapan lulus mas, seluruh anggota Kom. Ahmad Dahlan II dan semua anggota HMI Cab. Sukoharjo terima kasih atas do'a dan suportnya selama ini.
- Semua teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang mengenal saya terima kasih untuk do'a dan suportnya.

# **PENELITIAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS RODA GIGI REDUZER SEBELUM DAN SESUDAH DI CARBURIZING**

**Wawan Endro Prasetyo , Bibit Sugito, Muh. Alfatih Hehdrawan**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura Telp. (0271) 715448

e-mail : [whaone\\_sinyo@yahoo.co.id](mailto:whaone_sinyo@yahoo.co.id)

## **ABSTRAKSI**

*Carburizing merupakan salah satu proses laku panas untuk meningkatkan kekerasan pada roda gigi reducer. Tujuan dari penelitian ini adalah, mengetahui kandungan komposisi kimia, membandingkan sruktur mikro, membandingkan kekerasan, dan mengetahui difusi karbon pada roda gigi cacing silindris dan batang cacing merk TKB, CEA,CCM sebelum dan sesudah dicarburizing.*

*Pada penelitian ini spesimen dicarburizing dengan menggunakan pack carburizing (karburasi padat) yaitu wadah diisi dengan arang kayu yang sudah dicampur dengan barium karbonat yang mana spesimen diletakkan ditengah, wadah ditutup rapat dengan memberikan tanah liat diatas tutupnya supaya tidak ada udara yang masuk kemudian baru dipanaskan dengan suhu 950 °C, dengan variasi waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam yang kemudian didinginkan dengan cara yang lambat. Setelah proses carburizing selesai lalu spesimen diuji sruktur mikro, kekerasan, dan difusi karbon.*

*Hasil analisis dari pengujian komposisi kimia pada batang cacing untuk semua merk menunjukkan unsur paduan paling dominan Mangan (Mn), dengan nilai presentase terendah yaitu merk 0.7100 % sedangkan roda gigi silindris untuk semua merk menunjukkan kandungan karbon (C), dengan nilai presentasenya terendah 3.7225 %. Pada pengujian struktur mikro batang cacing untuk semua merk terdiri dari fasa ferit dan perlit, sebelum dan sesudah carburizing. Hasil pengujian kekerasan pada batang cacing untuk semua merk mempunyai peningkatan kekerasan setelah proses carburizing. Pengujian difusi menunjukkan bahwa semakin tingginya suhu dan lamanya waktu penahanan, maka ketebalan difusi karbon akan semakin besar.*

**Kata kunci : roda gigi reducer, Pack carburizing, Difusi.**

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad dan hidayah-Nya, sholawat serta salam teruntuk Nabi Muhammad SAW. Penulis sangat bersyukur karena telah menyelesaikan tugas akhir dengan baik, yang berjudul **“Sifat fisis dan mekanis roda gigi reducer sebelum dan sesudah dicarburizing”**. Dalam penyusunan tugas akhir ini, banyak pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ir. Agus Riyanto, MT selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Sartono Putro, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Unifersitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Ir. Bibit Sugito, MT. selaku Pembimbing Utama.
4. Muhammad Alfatih Hendrwan, ST, MT. selaku Pembimbing Pendamping.
5. Bapak Ir. Sartono Putro, MT. selaku Pembimbing Akademik.
6. Bapak Aji selaku pembimbing penelitian diLab S1 UGM dan bapak Lilik diLab D3 UGM.



7. Ibu dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan moral, spiritual dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Segenap dosen dan staf karyawan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
9. Teman-teman Teknik Mesin khususnya Angkatan 2005 yang telah banyak membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sampaikan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Untuk itu segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dari pembaca. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Surakarta, 21 Maret 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAKSI .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Manfaat Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori.....	6
2.2.1. Klasifikasi Baja Karbon .....	6
2.2.2. Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja .....	8
2.2.3. Sifat Fisis Baja .....	11
2.2.4. Sifat Mekanis Baja.....	13
2.2.5. Proses carburizing Pada Baja.....	14
2.2.6. Metode Carburizing.....	15
2.2.7. Teori Difusi.....	17
2.3. Metode-metode Pengukuran Kekerasan.....	19
2.4. Diagram Keseimbangan Sistem besi Karbon.....	21

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian .....	29
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	30
3.3. Pengujian Komposisi Kimia .....	31
3.4. Proses Carburizing .....	32
3.4.1. Pack Carburizing .....	33
3.5. Pengujian Struktur Mikro .....	34
3.6. Pengujian Kekerasan.....	36

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Komposisi Kimia.....	39
4.1.1. Data Hasil Komposisi Kimia.....	40
4.2. Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	43
4.2.1. Data hasil Pengujian Setelah Carburizing.....	45
4.2.2. Pembahasan Pengujian.....	49
4.3. Hasil Pengujian Kekerasan.....	50
4.3.1. Pembahasan Pengujian.....	56
4.4. Hasil Pengujian Difusi.....	56
4.4.1. Pembahasan Pengujian.....	59

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA.....	62
---------------------	----

LAMPIRAN .....	
----------------	--

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Pergerakan atom dengan energy aktivasi .....	18
Gambar 2.2	Diagram kesetimbangan besi karbon (Fe-C) .....	22
Gambar 2.3	Diagram fasa (Fe-Mn) .....	25
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 3.2	Roda gigi cacing ( <i>worm</i> ).....	30
Gambar 3.3	Alat uji <i>spectrometer</i> .....	32
Gambar 3.4	Tempat <i>pack carburizing</i> .....	34
Gambar 3.5	<i>Olympus metallurgical microscope</i> .....	35
Gambar 3.6	Bekas injakan pada uji kekerasan vickers.....	37
Gambar 3.7	Alat uji kekerasan <i>micro vickers hardness tester</i> .....	38
Gambar 4.1	Spesimen uji komposisi kimia.....	39
Gambar 4.2	Struktur mikro batang cacing merk TKB (raw material) ..	44
Gambar 4.3	Struktur mikro batang cacing merk CEA (raw material) ..	45
Gambar 4.4	Struktur mikro batanng cacing merk CCM (raw material).	45
Gambar 4.5	Struktur mikro batang cacing merk TKB dengan waktu tahan <i>carburizing</i> 1 jam .....	46
Gambar 4.6	Struktur mikro batang cacing merk TKB dengan waktu tahan <i>carburizing</i> 2 jam .....	46
Gambar 4.7	Struktur mikro batang cacing merk TKB dengan waktu tahan <i>carburizing</i> 3 jam .....	47
Gambar 4.8	Struktur mikro batang cacing merk CEA dengan waktu tahan <i>carburizing</i> 1 jam .....	47
Gambar 4.9	Struktur mikro batang cacing merk CEA dengan waktu tahan <i>carburizing</i> 2 jam .....	48
Gambar 4.10	Struktur mikro batang cacing merk CEA dengan waktu tahan <i>carburizing</i> 3 jam .....	48
Gambar 4.11	Struktur mikro batang cacing merk CCM dengan waktu tahan <i>carburizing</i> 1 jam .....	49

Gambar 4.12	Struktur mikro batang cacing merk CCM dengan waktu tahan <i>carburizing</i> 2 jam .....	49
Gambar 4.13	Struktur mikro batang cacing merk CCM dengan waktu tahan <i>carburizing</i> 3 jam .....	50
Gambar 4.14	Histogram kekerasan batang cacing merk TKB sebelum dan sesudah dicarburizing .....	53
Gambar 4.15	Histogram kekerasan batang cacing merk CEA sebelum dan sesudah dicarburizing .....	55
Gambar 4.16	Histogram kekerasan batang cacing merk CCM sebelum dan sesudah dicarburizing .....	57
Gambar4.17	Histogram pengaruh waktu tahan <i>carburizing</i> terhadap ketebalan difusi karbon pada batang cacing merk TKB.....	58
Gambar 4.18	Histogram pengaruh waktu tahan <i>carburizing</i> terhadap ketebalan difusi karbon pada batang cacing merk CEA.....	59
Gambar 4.19	Histogram pengaruh waktu tahan <i>carburizing</i> terhadap ketebalan difusi karbon pada batang cacing merk CCM.....	60
Gambar 4.20	Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk TKB denga waktu tahan 1 jam .....	Lampiran
Gambar 4.21	Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk TKB denga waktu tahan 2 jam .....	Lampiran
Gambar 4.22	Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk TKB denga waktu tahan 3 jam .....	Lampiran
Gambar 4.23	Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CEA denga waktu tahan 1 jam .....	Lampiran
Gambar 4.24	Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CEA denga waktu tahan 2 jam .....	Lampiran

- Gambar 4.25 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CEA  
denga waktu tahan 3 jam ..... Lampiran
- Gambar 4.26 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CCM  
denga waktu tahan 1 jam ..... Lampiran
- Gambar 4.27 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CCM  
denga waktu tahan 2 jam ..... Lampiran
- Gambar 4.28 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CCM  
denga waktu tahan 3 jam ..... Lampiran

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Data hasil uji komposisi kimia batang cacing merk TKB.....	40
Tabel 4.2. Data hasil uji komposisi kimia batang cacing merk TKB.....	41
Tabel 4.3. Data hasil uji komposisi kimia batang cacing merk TKB.....	42
Tabel 4.4. Harga kekerasan spesimen batang cacing raw material merk TKB .....	51
Tabel 4.5. Harga kekerasan spesimen batang cacing merk TKB <i>dicarburizing</i> selama 1 jam dengan arang kayu .....	51
Tabel 4.6. Harga kekerasan spesimen batang cacing merk TKB <i>dicarburizing</i> selama 2 jam dengan arang kayu .....	52
Tabel 4.7. Harga kekerasan spesimen batang cacing merk TKB <i>dicarburizing</i> selama 3 jam dengan arang kayu .....	52
Tabel 4.8. Harga kekerasan spesimen batang cacing raw material merk CEA.....	53
Tabel 4.9. Harga kekerasan spesimen batang cacing merk CEA <i>dicarburizing</i> selama 1 jam dengan arang kayu .....	53
Tabel 4.10. Harga kekerasan spesimen batang cacing merk CEA <i>dicarburizing</i> selama 2 jam dengan arang kayu .....	54
Tabel 4.11. Harga kekerasan spesimen batang cacing merk CEA <i>dicarburizing</i> selama 3 jam dengan arang kayu .....	54
Tabel 4.12. Harga kekerasan spesimen batang cacing raw material merk CCM .....	55
Tabel 4.13. Harga kekerasan spesimen batang cacing merk CCM <i>dicarburizing</i> selama 1 jam dengan arang kayu .....	55
Tabel 4.14. Harga kekerasan spesimen batang cacing merk CCM <i>dicarburizing</i> selama 2 jam dengan arang kayu .....	56
Tabel 4.15. Harga kekerasan spesimen batang cacing merk CCM <i>dicarburizing</i> selama 3 jam dengan arang kayu .....	56
Tabel 4.16. Hasil pengujian ke dalaman difusi pada batang cacing merk	

TKB .....	58
Tabel 4.17. Hasil pengujian ke dalaman difusi pada batang cacing merk CEA .....	59
Tabel 4.18. Hasil pengujian kedalaman difusi pada batang cacing merk CCM .....	60



## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Hasil analisa komposisi kimia batang cacing merk TKB
- Lampiran 2 Hasil analisa komposisi kimia batang cacing merk CEA
- Lampiran 3 Hasil analisa komposisi kimia batang cacing merk CCM
- Lampiran 4 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk TKB  
denga waktu tahan 1 jam
- Lampiran 5 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk TKB  
denga waktu tahan 2 jam
- Lampiran 6 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk TKB  
denga waktu tahan 3 jam
- Lampiran 7 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CEA  
denga waktu tahan 1 jam
- Lampiran 8 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CEA  
denga waktu tahan 2 jam
- Lampiran 9 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CEA  
denga waktu tahan 3 jam
- Lampiran 10 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CCM  
denga waktu tahan 1 jam
- Lampiran 11 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CCM  
denga waktu tahan 2 jam
- Lampiran 12 Kedalaman difusi karbon pada batang cacing merk CCM  
denga waktu tahan 3 jam